



TITLE:

18.Tm VO₄のKapitza抵抗測定と
^3He-^4He稀薄溶液の冷却(東北大
学理学部物理学教室,修士論文アブ
ストラクト(1984年度))

AUTHOR(S):

水谷, 直樹

CITATION:

水谷, 直樹. 18.Tm VO₄のKapitza抵抗測定と^3He-^4He稀薄溶液の冷却(東北大学理学部物理学教室,修士論文アストラクト(1984年度)). 物性研究 1985, 44(4): 607-609

ISSUE DATE:

1985-07-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/91754>

RIGHT:

しては、二通りの方法でその大きさを測定したが、両者は一致しなかった。この原因を究明することがまず必要である。その後、もう一度水を用いて Poiseuille 流を作って同じ実験を繰り返す、その結果を使って Fourier の逆変換を行ない、速度分布 $P(v)$ を求めてみる。それがうまく理論値と合えば、もはや水を用いた実験は必要ではなくなり、ヘリウムを試料とする実験に移行することができる。

18. TmVO_4 の Kapitza 抵抗測定と ^3He - ^4He 稀薄溶液の冷却

水 谷 直 樹

§ 目的

液体 ^4He 中に dilute に溶けた ^3He 、たとえば数%溶液中の ^3He の超流動状態の実現が興味をもたれているが、その転移温度は高く見積もっても 0.1 mK 以下とされている。液体 He を sub-mK あるいは、それ以下に冷却する際に障害となるのが、低温で増大する Kapitza 抵抗である。Kapitza 抵抗の機構自体、まだよくわかっておらず、 10 あるいは 20 mK 以下での、その振舞も説明できていない。

現在は、主に Cu 等の粉末が冷却媒体として用いられているが、我々は、何か他の物質で、冷却にとって良い物質はないかと考え、まず TmVO_4 をとり上げた。hyperfine enhanced 核スピン系の TmVO_4 は、我々のグループで、スピン-格子緩和時間が低温で非常に短かく、又核スピン系は、 80 mK まで、オーダーしないことがわかっている。

我々は mixture 冷却の可能性を見積もるために、 TmVO_4 と mixture の間の Kapitza 抵抗を測定した。又 ^3He に対しても Kapitza 抵抗を測定した。 ^3He に対しては、Tm 核スピンと ^3He 核スピンとの magnetic coupling による Kapitza 抵抗の減少が、期待される。Kapitza 抵抗の機構解明に対する興味という点からも、今回の実験結果が、1つの資料となるといえる。size 効果なども考えられるので、 TmVO_4 の単結晶と powder について、それぞれ ^3He と 5% ^3He - ^4He dilute mixture に対して Kapitza 抵抗を測定した。

§ 装置と測定方法

測定方法は、スピン温度緩和法で、Tm 核スピンと液体 He の間の熱抵抗を測定した。装置を図 1 に示す。 TmVO_4 の単結晶の大きさは、 $4 \times 4.5 \times 23\text{ mm}$ 。powder は、 Tm_2O_3 の

粉末と V_2O_5 の粉末を混ぜ、 960°C (10時間) で焼いて作り、ふるいを用いて、直径を $37\text{ }\mu\text{m}$ 以上、 $74\text{ }\mu\text{m}$ 以下とし、それを 135°C (2日) で焼結したものを用いた。

§ 結果と考察

得られた結果を図2に示す。単結晶に対しては、ほぼ acoustic mismatch 理論で与えられる T^{-3} の温度変化を示し、抵抗の大きさも、 ^3He 及び、mixture 共に、acoustic mismatch 理論で求められる大きさとはほぼ良い一致を示した。一方、powder は全く異なった振舞を示した。powder が単結晶の場合と全く異なった温度変化を示す原因は、現在のところよくわからないが、可能性としては、次の二つて考えられる。powder では、内部の熱抵抗が大きくなる。あるいは、powder になると、何か新しいメカニズムがきいてくる。

今回得られた値を、より低温まで拡張して用いて、mixture 冷却の simulation を行なった結果を図3に示す。 TmVO_4 の量を多くし、heat leak を小さくすれば、mixture をある程度まで冷却できることがわかった。

§ 今後の課題

Kapitza 抵抗の測定を、以下の場合について行ないたい。

- pure ^3He に対して。
- TmVO_4 の size をかえる。磁場中。
- 10 mK 以下。

そして、 $^3\text{He}-^4\text{He}$ dilute mixture 冷却の実験を行ないたい。

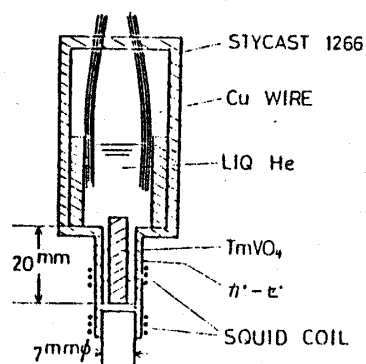


図1

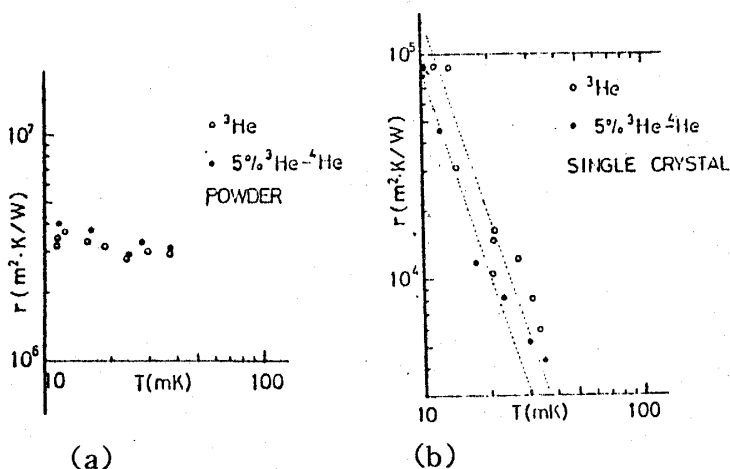


図2

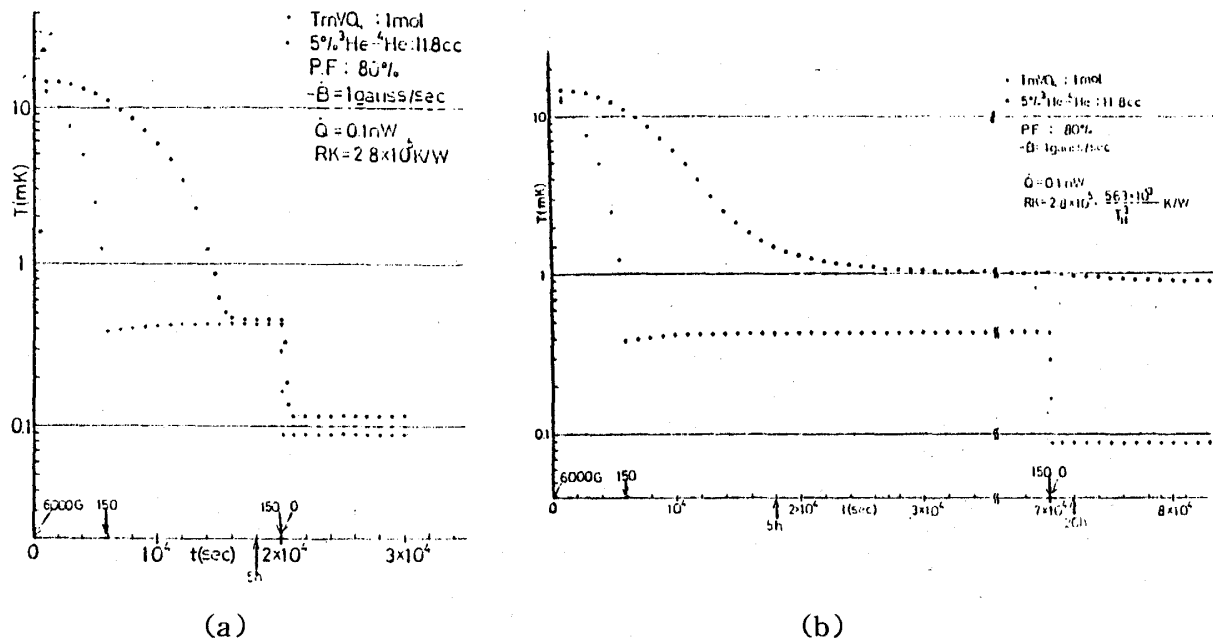


図 3

19. Ce 化合物における結晶場に対する近藤効果の影響

柏 葉 伸 一

CeAl₂, CeAl₃, CeB₆, CeCu₂Si₂ などの Ce 化合物では、希薄な磁性合金系で観測された近藤効果がみられる。ここで近藤効果とは、縮退した伝導電子系と局在した磁気モーメントとの間の交換相互作用によりもたらされる異常な現象をさす。Ce 化合物における近藤効果の特徴としては、まず Ce の濃度にかかわらず各サイトの Ce イオンが独立に近藤効果を起こすことがあげられる。このことは、実験の面では特に動的帯磁率への近藤効果の影響に対して十分な情報を得ることを可能にし、それゆえ理論的な面からの研究も動的な物理量に対する研究が主体になってきた。もう一つの特徴としては、Ce 化合物では、結晶場分裂の大きさが数度から数百度のために、数百度程度までの低エネルギー領域での物理量に結晶場の効果が大きな影響を与えていることがあげられる。しかしながら、これまで理論的な面からは、結晶場の効果を見逃した近藤効果に対しては、精力的に研究されたものの、結晶場の効果を取り入れた近藤効果の研究は、十分にはなされていない。それゆえ我々は、近藤効果を示す Ce 化合物の物性を理解するために、結晶場の下での近藤効果の理論を展開した。特に、本研究では、動的帯磁率に関係した物理量を対象とした。